

# Ültetvényes termesztésből származó fafajok anyagának hőkezelése növényi olajban

Bak Miklós, Németh Róbert, Tolvaj László és Molnár Sándor \*

A pannónia nyár (*Populus × euramericana* Pannónia) és az akác (*Robinia pseudoacacia*) faanyagok hőkezelése 160 és 200°C-os növényi olajban történt, így biztosítva az oxigén kizárását a folyamat során. A hőkezelés napraforgóolajjal, lenolajjal, és repceolajjal történt, mindegyiknél 2, 4 és 6 óra kezelési idővel. A cél annak a megállapítása volt, hogy az eljárás miként befolyásolja a két faj kiválasztott tulajdonságait (hajlító-, ütő-törő-, és nyomószilárdság, dimenzióstabilitás, szín), és hogy ezen belül a különböző olajok és kezelési idők okozta változások közt mi a különbség. Kontrollként kezeletlen minták szolgáltak.

Szilárdság szempontjából a két faj csak az ütő-törő szilárdság terén viselkedett hasonlóan, itt mindkét fafajnál csökkenés következett be. A hajlítószilárdsági értékek tekintetében az akácnál hasonló változás történt, míg nyárnál a változás ezzel ellentétes volt, a két legintenzívebb menetrendnél pedig nőtt a szilárdság. A nyomószilárdsági értékek tekintetében a nyárnál egyértelmű szilárdságnövekedés következett be. Akác esetében a hőmérséklettől függően változott a szilárdság.

A dimenzióstabilitás egyértelműen javult mindkét fafajnál, a kezelési hőmérséklet és idő növekedésével arányosan nőtt. A színváltozás a két fafajnál hasonló tendenciát mutatott, azaz a kezelési hőmérséklet és idő növekedésével arányosan egyre sötétebb árnyalatú lett. A CIELab színekoordináták közül az L\* és az a\* azonos irányba tolódott el mindkét fafajnál, a b\* színekoordináta azonban ellenkező irányba.

A vizsgálatok során a háromféle olaj okozta változások között nem jelentkezett kimutatható eltérés. Összességében elmondható, hogy a nyár jobban viselte a kezelést, akácnál gyakori probléma volt a gyors nedvességvesztés miatti belső gőznyomás hatására kialakult repedés a próbatestek belsejében. ez a jelenség nem fordult elő.

**Kulcsszavak:** Faanyag módosítás, Nyár, Akác, Növényi olaj, Szín, ASE, OHT

## The effect of thermal treatment using vegetable oils on selected properties of Poplar and Robinia wood

Pannónia Poplar (*Populus × euramericana* Pannónia) and Robinia (*Robinia pseudoacacia* L.) were treated at 160°C and 200°C in different vegetable oils (sunflower oil, linseed oil, rapeseed oil). Three different durations were chosen for the thermal treatment: 2h, 4h and 6h. The aim of the research work was to prove, in what extent the treatments influence the investigated properties of the wood: MOR, impact bending, compression strength, ASE and colour. Untreated samples from the same wood material served as control. The treatments on laboratory scale enhanced the dimensional stability by acceptable decrease in mechanical stability for Robinia and an increase for Poplar. As a consequence of the treatments the dimension stability could be enhanced for both wood species, so the ASE values increased with increasing duration and temperature. The treatments caused significant darkening for both wood species by all temperatures. Comparing the oils used for this research work, no significant differences in effectiveness could be proved for the investigated properties. An important observation for the practical use was done, as in Robinia wood numerous cracks could be observed in case of wet samples, while practically no damages (cracks, collapses) were observed in Poplar wood using wet samples. The results encourage the authors to perform further investigations towards development of technologies for industrial application.

**Keywords:** Wood modification, Poplar, Robinia, Vegetable oil, Colour, ASE, OHT

\* **Bak Miklós** doktorandusz hallgató, **Dr. Németh Róbert PhD.** egyetemi docens, NymE Faanyagtudományi Intézet, **Dr. Tolvaj László** egyetemi tanár, NymE Fizika és Elektrotechnika Intézet, **Dr. Molnár Sándor DSc.** egyetemi tanár, NymE Faanyagtudományi Intézet

A faanyag termikus kezeléssel történő nemesítésével már régóta próbálkoznak, és tökéletesítik az eljárásokat a különböző országokban. Az első komoly próbálkozások a faanyag gombakárosítással szembeni ellenálló képességének növelését tűzték ki célul (Stamm et al. 1946). Az azóta elvégzett vizsgálatok alapján négy eljárás terjedt el leginkább Európában. A finn Thermo wood, a holland Plato wood, a francia Retification és a német OHT (Menz Holz). Minden eljárás alapja, hogy oxigéntől valamilyen módon elzárva történik a faanyag hőkezelése.

Az alkalmazott hőmérséklet a kezeléseknél 160–260°C között változik (Leithoff és Peek 1998). A legtöbb növényi olaj forráspontja e hőkezeléshez szükséges hőmérséklettartomány felett van, ezáltal lehetőség nyílik az alkalmazásukra a faanyagok termikus kezelésénél.

Korábbi vizsgálatok (Sailer et al. 2000) kimutatták, hogy a gázatmoszférában történt hőkezeléshez képest jobb faanyag tulajdonságokat lehet elérni a forró olajos kezeléssel (OHT). Minden vizsgálat során különböző mértékben megnövekedett dimenzióstabilitásról és gombakárosítás elleni védelemről számoltak be. Mindemellett azonban számolni kell negatív tulajdonságokkal is, mint például egyes mechanikai tulajdonságok romlása, és a faanyag esetleges repedezése. Hibaként jelentkezik a hőkezelt felület csökkent ellenálló képessége az UV-sugárzással szemben.

A vizsgálataink elsődleges célja a magyarországi ültetvényes hasznosítású fafajok közül a pannónia nyár (*Populus × euramericana* cv. Pannónia), és az akác (*Robinia pseudoacacia*) dimenzióstabilitásának növelése volt forró növényi olajban történő hőkezelés által. Ezen kívül vizsgáltuk néhány mechanikai tulajdonság változását (hajlítószilárdság, ütő-törő szilárdság, nyomószilárdság), valamint a színjellemzők és a dimenzióstabilitás változását. A vizsgálatok másik fő irányvonala az volt, hogy az egyes olajok okozta változások közt van-e kimutatható különbség.

### ***Kutatási anyagok és módszerek***

#### **Mintavétel és menetrendek**

A vizsgálatokhoz pannónia nyár (*Populus × euramericana* cv. Pannónia) és akác (*Robinia*

*pseudoacacia*) faanyagot használtunk. A kiindulási próbatestek mérete a berendezés méretéhez igazodva 18×40×220 mm volt, amit a kezelés után daraboltunk tovább a különböző vizsgálatoknak megfelelő méretekre. Minden menetrend során 20 kiindulási próbatestet kezeltünk.

Az egyes menetrendekhez úgy válogattuk össze a kiindulási próbatesteket, hogy a fafajonként felhasznált 10 palló mindegyikéből lehetőleg 2 próbatest kerüljön minden menetrendbe. A vizsgálatok során háromféle olajat alkalmaztunk, napraforgó-, len-, és repceolajat. Kétféle hőmérsékleten végeztük a kezelést, 160°C-on és 200°C-on. Három kezelési időt alkalmaztunk, 2, 4 és 6 órát. Így ezek variációjaként fafajonként 18 menetrend alakult ki.

A kezelés a kiindulási próbatestek előzetes szárítása nélkül történt, a kezdeti nedves-ségtartalom 13% körüli volt nyárnál és akácnál egyaránt. A kiindulási próbatesteket közvetlenül a forró olajba helyeztük, majd a kezelési idő lejártakor (2, 4, illetve 6 óra) azonnal kivettük az olajból, ezután hagytuk kihűlni. A vizsgálatok elvégzése előtt a kezelt és a kezeletlen anyagokat egyaránt 20°C, 65% relatív páratartalmú klímán tároltuk.

Klimatizálás után elvégeztük a színmérést, majd hosszában félbevágtuk a kiindulási próbatesteket, így egy-egy hajlítószilárdsági és ütőhajlító szilárdsági próbatestet kaptunk mindegyikből. Ezek mérete egyaránt 18×18×220 mm volt. Ezen szilárdságok vizsgálatának elvégzése után a próbatestek ép végeiből vágtuk ki a zsugorodási próbatesteket a dimenzióstabilitás méréséhez, és a nyomószilárdsági próbatesteket. Mindkét esetben 18×18×30 mm volt a próbatestek mérete. Kontrollként azonos módon kialakított és kiválogatott kezeletlen próbatestek szolgáltak. Minden tulajdonság meghatározásához menetrendenként 20 próbatestet vizsgáltunk.

#### **A tulajdonságok vizsgálata**

A statikus mechanikai vizsgálatokhoz (nyomó- és hajlítószilárdság mérés) általános anyagvizsgáló gépet, míg a dinamikus mechanikai vizsgálatokhoz (ütőhajlító szilárdság mérés) Charpy-féle ütőművet használtunk. A nyomószilárdság meghatározásához a próbatestek

keresztmetszeti méreteit és a tönkremenetelhez szükséges erőt mértük, a szilárdságot ezek alapján számoltuk. A hajlítoszilárdság meghatározásánál ugyanígy jártunk el. Az alátámasztási köz 200 mm volt. Az ütő-hajlító szilárdság meghatározásához a próbatestek keresztmetszeti méreteit, és a törő munkát mértük, ezekből számoltuk a szilárdságot.

A dimenzióstabilitás meghatározásához a próbatesteket először 103°C-on szárítottuk tömegállandóságig, majd víz alá merítettük azokat 7 napra. A próbatestek radiális és tangenciális méreteit szárazon és nedvesen is mértük. Ezen méretek alapján számítottuk a dimenzióstabilitás növekedését (ASE), a kezelt próbatestek méretváltozását a kezeletlenekéhez viszonyítva.

A színmérést a kiindulási próbatestek (18×40×200 mm) lapján végeztük a kezelés előtt és után, Konica Minolta CM-2600d típusú színmérő berendezéssel, a CIELab színekoordináta rendszer szerint. Ugyanazokon a helyeken mértük a színt a kezelés előtt és után. Minden próbatesten 5 helyen mértünk színt. A kapott színekoordinátákból számoltuk a színtelítettséget ( $C^*$ ) a kezelés előtt és után. A kezelés előtti és utáni értékek különbsége adta az egyes színekoordináták és a színtelítettség változását ( $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$ ,  $\Delta C^*$ ). A színekoordináták különbségeinek ismeretében számoltuk a színinger különbséget ( $\Delta E^*$ ).

### **Eredmények**

A nyomószilárdság akácnál a 160 °C-os kezelések esetén nőtt (5-15%), 200 °C-os kezelések esetén csökkent (5-10%-kal). A kezelési idő azonban nem befolyásolta a szilárdságváltozást. Nyárnál a kezelési idő és hőmérséklet növekedésével arányosan nőtt a nyomószilárdság, 15-25%-kal (**1a. ábra**).

A hajlítoszilárdság akác esetében egyértelműen csökkent, a kezelési idő és hőmérséklet növekedésével arányosan. Nyár esetében viszont csak a két legintenzívebb menetrend esetén lépett fel kismértékű szilárdságcsökkenés, a többi négy menetrendnél kismértékben növekedett a hajlítoszilárdság (**1b. ábra**).

Az ütő-hajlító szilárdság akácnál 45-70%-kal, nyárnál pedig 10-55%-kal csökkent. A kezelési idő és hőmérséklet növekedésével arányosan csökkentek a szilárdságok. A faanyag tehát merevebb, ridegebb lett a forró olajban történő kezelés hatására.

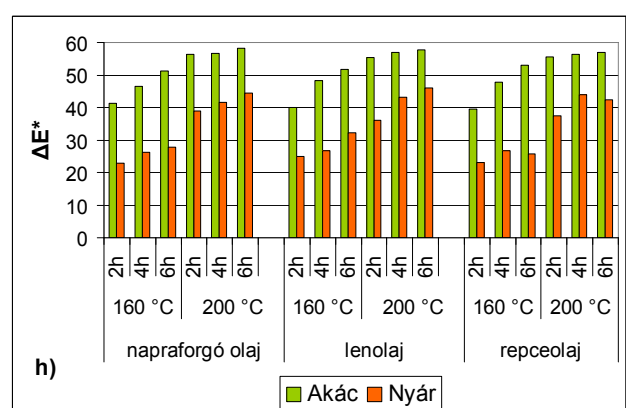
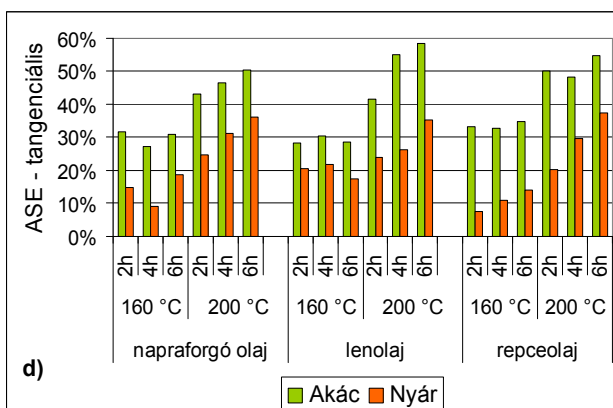
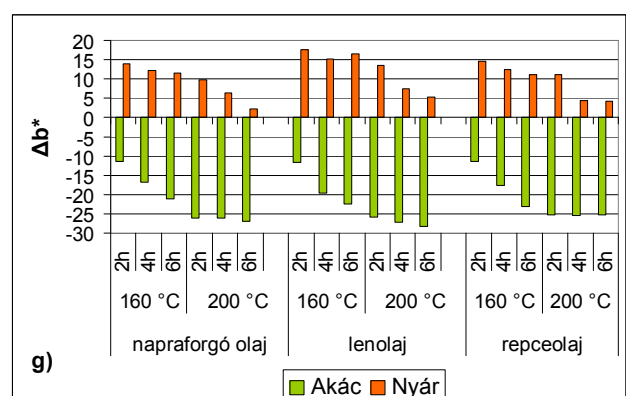
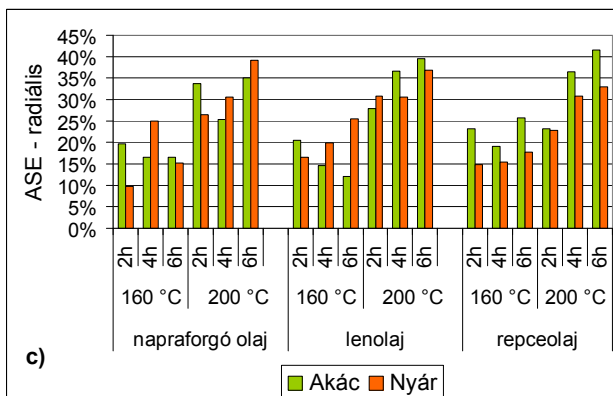
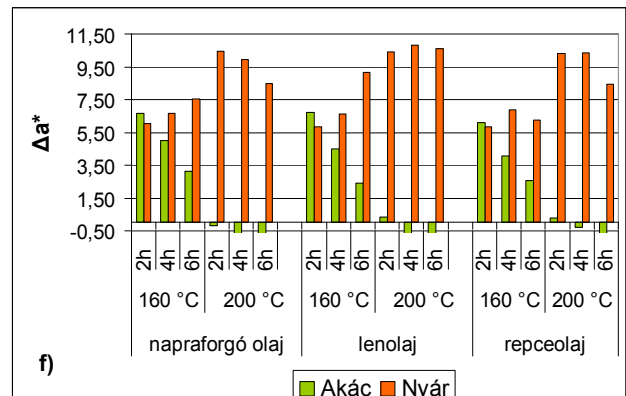
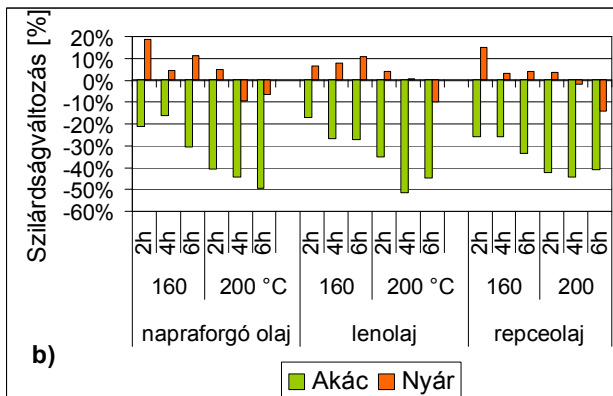
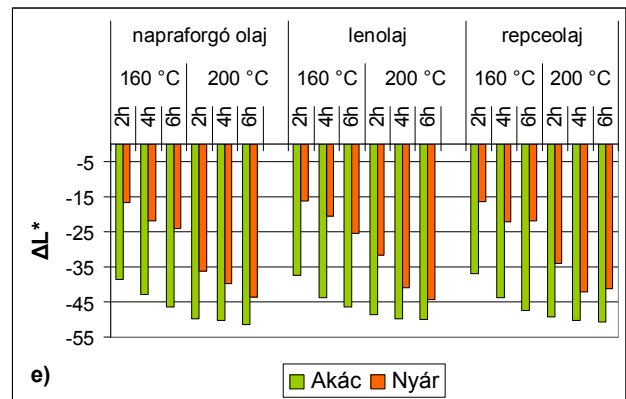
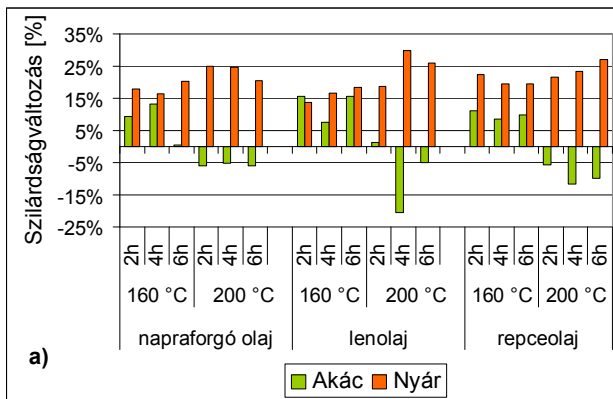
A dimenzióstabilitás (ASE) egyértelműen javult a kezelés következtében, mindkét fafajnál, sugár- és hűrirányban egyaránt. A kezelési hőmérséklet és idő növekedésével arányosan csökkentek a zsugorodási értékek (**1c. és 1d. ábra**). Akác esetében a sugárirányú zsugorodás 15-40%-kal, a hűrirányú zsugorodás pedig 30-55%-kal csökkent. Nyár esetében a sugár- és a hűrirányú zsugorodás egyaránt 15-35%-kal csökkent.

A színváltozás a két fafajnál hasonló tendenciát mutatott, azaz a kezelési hőmérséklet és idő növekedésével arányosan egyre sötétebb árnyalatú lett. A CIELab színekoordináták közül az  $L^*$  azonos irányba tolódott el mindkét fafajnál (**1e. ábra**). Az  $a^*$  színekoordináta az akác 160°C-os kezelésénél a vörös színezet irányába tolódott el. Minél hosszabb volt a kezelési idő, annál kisebb mértékben erősödött a vörös színezet.

Az akác 200°C-os kezelése esetén nem változott a vörös színekomponens ( $a^*$ ). Az  $a^*$  színekoordináta a nyárnál a vörös színezet irányába tolódott el. A kezelési idő és hőmérséklet növekedésével arányosan változott a vörös színekomponens (**1f. ábra**).

A  $b^*$  színekoordináta a két fafajnál ellenkező irányba tolódott el a kezelés hatására. Nyárnál erősödött a sárga árnyalat, de a kezelési idő és hőmérséklet növelésével egyre kisebb mértékben. Akácnál a sárga színezet a kezelési idő és hőmérséklet növelésével arányosan gyengült (**1g. ábra**).

A színtelítettség ( $C^*_{ab}$ ) szempontjából elmondható, hogy az akác színének telítettsége nőtt, a nyaré pedig csökkent. A színingerkülönbség ( $\Delta E^*$ ) akácnál 40-65 között változott, nyárnál pedig 25-40 között. Ez mindkét esetben szemmel nagyon jól érzékelhető különbséget jelent ( $>12$ ) (**1h. ábra**). A vizsgálatok során a háromféle olaj okozta változások között nem jelentkező kimutatható eltérés.



**1. ábra** – Az akác és a nyár nyomószilárdságának (a), hajlítószilárdságának (b), radiális zsugorodásának (c), tangenciális zsugorodásának (d),  $L^*$  (e),  $a^*$  (f),  $b^*$  (g) színkoordinátájának és színínger különbségének (h) változása az OHT (forró olajos kezelés) hatására

## **Összefoglalás**

Az akác és a nyár szilárdsági értékeiről általában elmondható, hogy csökkentek a növényi olajban végzett hőkezelés hatására. A nyomószilárdság azonban nőtt a nyárnál minden menetrend esetén, akácnál pedig a 160°C-os kezelések esetén. Az üto-hajlító szilárdság csökkenése jól mutatja, hogy a kezelés hatására a faanyag merevebb, ridegebb lett. A dimenzióstabilitás (ASE) mindkét fafajnál jelentős mértékben nőtt, köszönhetően a hőkezelés hidroxil-csoportokat leépítő, és az olajfelvétel által okozott hidrofobizálás együttes hatásának. A várákosoknak megfelelően mindkét fafaj színezete jelentős mértékben sötétedett, azonban különböző módon. Az akác színezete kétszeres mértékben változott a nyárhoz képest. Megfigyelhető volt a kezelés után, hogy a berendezésben alul, a fűtőszálak közelében elhelyezkedő próbatestek enyhén sötétebb színezetűek lettek, mint a felsők. Ennek elkerülésére az olaj keringtetése lehet a megoldás, amit azonban nem tudtunk megoldani a rendelkezésre álló eszközökkel. Az akác próbatestek szétrepedeztek a kezelés során kialakult hirtelen megnövekedő belső

gőznyomástól. Erre megoldás lehet a faanyag előzetes szárítása. Szintén megoldás lehet erre a problémára, ha a próbatesteket a felmelegítés előtt az olajba tesszük, és együtt melegítjük őket a kezelési hőmérsékletre, ezáltal nem lesz olyan drasztikus a hőmérséklet emelkedése a faanyagban. Nyárnál ilyen probléma nem jelentkezett. Az akác próbatestek minimális olajat vettek fel, a nyár azonban többnyire jelentős mennyiséget. A tulajdonságok változásának eltérő tendenciáit a két fafajnál, e két utóbbi jelenség is magyarázhatja a nagyon eltérő szöveti szerkezeten kívül. A vizsgálatok során a háromféle olaj okozta változások között nem jelentkezett kimutatható eltérés.

## **Irodalomjegyzék**

1. Leithoff, H., R-D. Peek 1998. *Hitzebehandlung - eine Alternative zum chemischen Holzschutz*. Tagungsband zur 21. Holzschutz-Tagung der DGfH in Rosenheim, pp. 97-108
2. Sailer, M., A.O. Rapp, H. Leithoff, R-D. Peek 2000. *Upgrading of wood by application of an oil-heat treatment*. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 58:15-22.
3. Stamm, A.J., H.K. Burr, A.A. Kline. 1946. *Heat stabilized wood (staywood)*. Rep. Nr. R. 1621. Madison: Forest Prod. Lab